Atelier Science et Cuisine Fiche 13

Titre : Comment fait on du yaourt à partir du lait de vache ? **Niveau : 6ème SVT**

Fiche 13 récapitulative :

Titre	**Comment fait on du yaourt à partir du lait de vache ?**
Niveau	Sixième SVT
Thèmes de convergence	- Environnement et développement durable (thème 2) - santé (thème 5) - sécurité (thème 6)
Liens possibles avec les autres disciplines	- Français : écoute, compte rendu écrit et oral - Education civique : responsabilité humaine - Mathématiques : proportionnalité, pourcentages et nombre décimaux - Physique : 5ème : Mélanges aqueux et 3ème : Tests de reconnaissance de quelques ions
Partie du programme	Des pratiques au service de l'alimentation humaine
Connaissances	**Socle commun :** - Certains aliments proviennent d'une transformation contrôlée par l'homme - Les aliments produits sont issus de la transformation d'une matière première animale - L'homme maîtrise l'utilisation des microorganismes à l'origine de cette transformation
	Hors socle : - *le produit de la transformation répond aux besoins en aliments de l'Homme* - *selon la façon dont les aliments sont transformés leur goût peut être différent* - *ces produits transformés visent à satisfaire les goûts des consommateurs* - *Au cours de la transformation, des microorganismes appelés ferments transforment le produit d'origine dans des conditions physico-chimiques particulières* - *Une meilleure production est obtenue :* o *Amélioration de la qualité des matières premières* o *Un choix des microorganismes employés* o *Un respect des règles d'hygiène*

Atelier Science et Cuisine Fiche 13

Titre : Comment fait on du yaourt à partir du lait de vache ? **Niveau : 6ème SVT**

Capacités déclinées dans une situation d'apprentissage :	**Socle commun :** - Mobiliser ses connaissances en situation pour comprendre l'intérêt d'une transformation biologique dans l'obtention de certains aliments - Exprimer les résultats d'une recherche : rendre compte à l'oral d'un travail individuel ou collectif sur la pratique agro-alimentaire étudiée - Mettre en œuvre un protocole pour réaliser une transformation biologique, une fermentation biologique
Attitudes	- sens de l'observation, - la curiosité pour la découverte des causes des phénomènes naturels - la responsabilité individuelle face à l'environnement et au développement durable - l'esprit critique - l'intérêt pour les progrès scientifiques et techniques - l'observation des règles élémentaires de sécurité

Atelier Science et Cuisine Fiche 13

Titre : Comment fait on du yaourt à partir du lait de vache ? **Niveau : 6ème SVT**

Fiche 13 élève :

Activités et déroulement des activités	Capacités et connaissances exigibles par geste
I. Les ingrédients nécessaires à la fabrication du yaourt - Lire les étiquettes sur la composition d'un yaourt. - Faire une recherche au CDI ou sur Internet sur les ingrédients et les recettes nécessaires à la fabrication du yaourt. - Mettre en commun le résultat des recherches afin d'élaborer un protocole expérimental.	Utiliser des outils (livres, dictionnaire, Internet – B2i) S'informer, se documenter Exprimer les résultats d'une recherche Rendre compte d'un travail individuel ou collectif
II. La fabrication d'un yaourt 1. Mesurer l'acidité du lait entier et du yaourt avec un testeur de pH. 2. Verser 75 mL de lait entier dans un petit pot (témoin) fermé avec du Parafilm TM. 3. Mettre dans un petit pot de verre 25 mL de yaourt , puis compléter avec 50 mL de lait entier. 4. Mélanger avec une petite cuillère. 5. Mesurer l'acidité du mélange obtenu, consigner la valeur dans le tableau ci-dessous, et décrire sa consistance. 6. Fermer le petit pot avec du Parafilm TM 7. Identifier le contenu des petits pots au feutre indélébile et les placer dans la yaourtière. 8. Au bout de 12 heures, observer le contenu du petit pot et du témoin (consistance) et mesurer l'acidité.	Manipuler : développer des habilités manuelles, être familiarisé avec certains gestes techniques Savoir observer

Atelier Science et Cuisine Fiche 13

Titre : Comment fait on du yaourt à partir du lait de vache ? **Niveau : 6ème SVT**

Titre : Mesure de l'acidité et description de la consistance du contenu des petits pots	
(tableau ci-dessous)	Savoir remplir un tableau

	Acidité	Consistance du contenu du petit pot
Lait entier au début de l'expérience		
Yaourt au début de l'expérience		
Mélange yaourt+lait au début de l'expérience		
Témoin lait entier au bout de 12 heures		
Mélange yaourt+lait au bout de 12 heures		

III. Le yaourt contient des ferments lactiques

Le yaourt contient des ferments lactiques qui transforment le lait en yaourt : les ferments lactiques sont invisibles à l'œil nu. Peut-on les voir au microscope ?

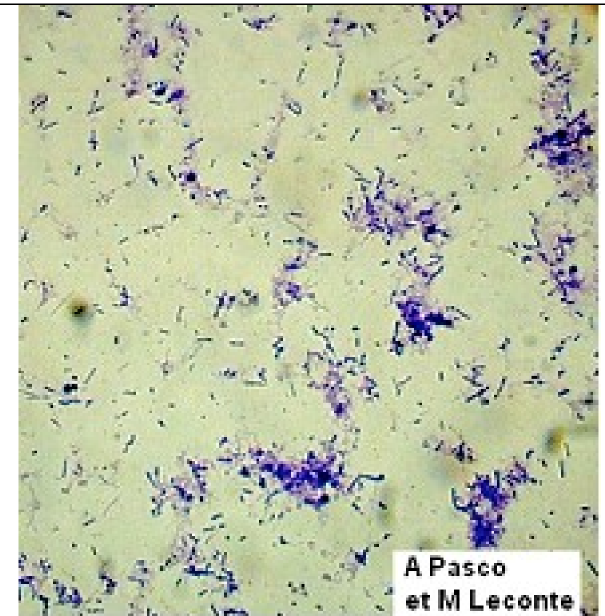
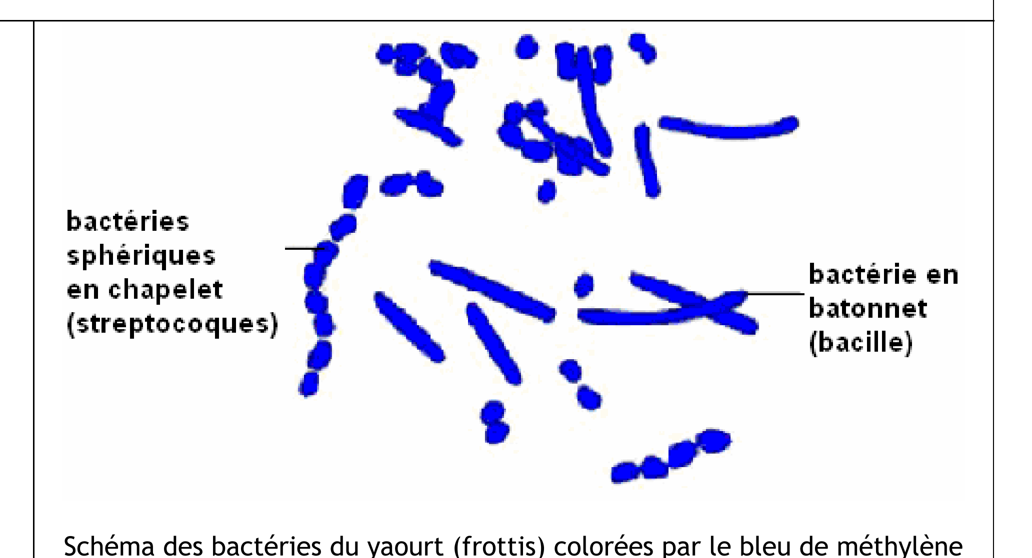
1- Réaliser une préparation microscopique:

- Délayer une cuillérée de yaourt dans un verre d'eau.
- Prélever une goutte du mélange et la déposer sur une lame de verre.
- Ajouter une goutte de colorant (bleu de méthylène), mélanger doucement avec une spatule. **Cette manipulation nécessite l'utilisation de lunettes de sécurité**
- Poser une lamelle sur la préparation.

Manipuler et réaliser une préparation microscopique

Atelier Science et Cuisine Fiche 13

Titre : Comment fait on du yaourt à partir du lait de vache ? **Niveau : 6ème SVT**

<table>
<tr><td colspan="2">2- <u>Observer au microscope au fort grossissement</u> (> X400)</td><td rowspan="2">Savoir observer</td></tr>
<tr><td>
Frottis de yaourt coloré au bleu de méthylène
(Microscope optique, Grossissement X 400)</td><td>
Schéma des bactéries du yaourt (frottis) colorées par le bleu de méthylène
(microscope optique x5000) de Alain Gallien</td></tr>
<tr><td colspan="2">- Comparer la préparation microscopique avec la photographie ci-dessus et identifier les différents ferments lactiques responsables de la transformation du lait en yaourt.</td><td>Raisonner logiquement, effectuer une comparaison</td></tr>
<tr><td colspan="2">IV. <u>Rôle des ferments lactiques dans la transformation du lait en yaourt</u>

Le professeur fait bouillir du yaourt dilué.
1. Préparer un petit pot avec 50 mL de lait entier et ajouter 25 mL de yaourt dilué bouilli.
2. Décrire la consistance et mesurer l'acidité du petit pot. Consigner les valeurs et les observations dans le tableau ci-dessous.
3. Couvrir le petit pot avec le parafilm $_{TM}$ et le placer dans la yaourtière.
4. Contrôler l'acidité et la consistance du produit obtenu au bout de 12 heures et compléter le tableau.</td><td>Savoir observer

Manipuler : développer des habilités manuelles, être familiarisé avec certains gestes techniques</td></tr>
</table>

Atelier Science et Cuisine Fiche 13

Titre : Comment fait on du yaourt à partir du lait de vache ? **Niveau : 6ème SVT**

Titre : Mesure de l'acidité et description de la consistance du contenu des petits pots

	Acidité	Consistance du contenu du petit pot
Mélange yaourt dilué bouilli et lait entier au début de l'expérience		
Mélange yaourt dilué bouilli et lait entier au bout de 12 h		

Savoir observer et remplir un tableau

5. Comparer le produit obtenu au yaourt réalisé dans le I. (Les ingrédients nécessaires à la fabrication du yaourt)
6. Le produit obtenu est-il un yaourt ? Justifier votre réponse.
7. La température à laquelle a été porté le yaourt est supérieure à 80°C. A cette température les ferments lactiques sont détruits. En déduire si les ferments lactiques vivants sont indispensables à la fabrication d'un yaourt.
8. Afin que le yaourt devienne un produit consommable par l'homme, quelles sont les règles d'hygiène à respecter à chaque étape du protocole ?

Raisonner logiquement et pratiquer la déduction

Percevoir un lien entre sciences et techniques

Atelier Science et Cuisine Fiche 13

Titre : Comment fait on du yaourt à partir du lait de vache ? **Niveau : 6ème SVT**

Fiche 13 évaluation- professeur :

Activités et déroulement des activités	Capacités et connaissances exigibles par geste	Barème
I- Les ingrédients nécessaires à la fabrication du yaourt		
- Recherche des ingrédients nécessaires à la fabrication du yaourt : lait entier ou écrémé, ferments lactiques, yaourts.	Utiliser des outils (livres, dictionnaire, Internet - B2i) S'informer, se documenter	*
- Mise en commun des résultats de la recherche afin d'élaborer un protocole expérimental, conditions : température comprise entre 40 et 45 °C, temps de prise : entre 5 à 12 heures, ensemencement par un yaourt ou des ferments lactiques.	Exprimer les résultats d'une recherche	*
II- La fabrication d'un yaourt		
- Mesure de l'acidité	Manipuler : développer des habilités manuelles, être familiarisé avec certains gestes techniques	*
- Mesure d'un volume		*
- Respect des différentes étapes d'un protocole		*
- Observer le contenu des petits pots, décrire la consistance et mesurer l'acidité à t_0 et au bout de 12 heures	Savoir observer	*
- Remplir le tableau en précisant le pH et la consistance de chaque petit pot	Savoir remplir un tableau	**

Titre : Mesure de l'acidité et description de la consistance du contenu des petits pots

	Acidité	Consistance du contenu du petit pot
Lait entier au début de l'expérience	6.78	Liquide
Yaourt au début de l'expérience	4.5	Gélatineux
Mélange yaourt+lait au début de l'expérience	6.15	Liquide
Témoin lait entier au bout de 12 heures	6.68	Liquide
Mélange yaourt+lait au bout de 12 heures	4.62	Gélatineux (yaourt)

N.B. : les valeurs du pH sont données au titre indicatif, et peuvent varier selon la nature du yaourt utilisé et de la température.

Atelier Science et Cuisine Fiche 13

Titre : Comment fait on du yaourt à partir du lait de vache ? **Niveau : 6ème SVT**

III- Le yaourt contient des ferments lactiques

1- Réaliser une préparation microscopique

- Prélever à l'aide d'un compte-gouttes le yaourt dilué et monter le prélèvement entre lame et lamelle	Manipuler et réaliser une préparation microscopique	*
- Ajouter une goutte de bleu de méthylène		*
- Utiliser le microscope		*

2- Observer au microscope au fort grossissement (> X400)

- Faire la mise au point au grossissement demandé (X 400)	Savoir effectuer une mise au point	*
- Comparer la préparation microscopique avec la photographie et identifier les différents ferments lactiques responsables de la transformation du lait en yaourt : bactéries sphériques et bactéries en bâtonnets	Raisonner logiquement, effectuer une comparaison	*

IV- Rôle des ferments lactiques dans la transformation du lait en yaourt

- Mesure d'un volume	Manipuler : développer des habilités manuelles, être familiarisé avec certains gestes techniques Savoir observer Savoir remplir un tableau	*
- Décrire la consistance et mesurer l'acidité du petit pot. Consigner les valeurs et les observations dans le tableau ci-dessous		***
- Contrôler l'acidité et la consistance des produits obtenus au bout de 12 heures et compléter le tableau.		***

Titre : Mesure de l'acidité et description de la consistance du contenu des petits pots

	Acidité	Consistance du contenu du petit pot
Mélange lait entier et yaourt dilué bouilli au début de l'expérience	**6.10**	**liquide**
Mélange lait entier et yaourt dilué bouilli au bout de 12 h	**5.52**	**liquide**

- Le contenu du petit pot est trop liquide et pas assez acide.		*
- Le petit pot ne contient pas de yaourt, la transformation ne s'est pas produite		*

Atelier Science et Cuisine Fiche 13

Titre : Comment fait on du yaourt à partir du lait de vache ? **Niveau : 6ème SVT**

- Le chauffage supérieur à 45°C détruit les ferments lactiques contenus dans le yaourt. - Déduction à faire : les ferments lactiques sont des bactéries et donc des êtres vivants. Il n'y a transformation du lait en yaourt que si les bactéries sont vivantes. **Remarque :** dans certains livres, on fait bouillir le lait. Le résultat obtenu est le même mais il est beaucoup plus difficile pour l'élève de faire le lien avec les ferments lactiques qui sont ébouillantés par le lait chaud lors de l'ensemencement.		* *
- Règles d'hygiène à respecter : travail dans des conditions stériles pour éviter les contaminations : utiliser du lait frais, de la verrerie stérile, porter un masque, se laver les mains, couvrir les petits pots. - Prolongements éventuels : site Internet sur l'industrie laitière		*

Fiche 13 laboratoire et compléments scientifiques :

I. Les ingrédients nécessaires à la fabrication du yaourt

- Etiquettes de composition d'un yaourt nature
- Recherche au CDI ou Internet
- Confrontation du vécu ou des connaissances des élèves : en Inde par exemple le yaourt se fait à température ambiante

II. La fabrication d'un yaourt

Matériel nécessaire :

- un yaourt nature
- du lait entier
- petits pots en verre ou béchers
- une cuillère
- testeur de pH
- une yaourtière ou une cocotte avec un couvercle transparent ou un bain thermostaté à 45°C ou un radiateur
- plaque chauffante
- casserole pour le bain marie
- un thermomètre
- une balance
- film alimentaire ou parafilm TM
- 2 pipettes (par binôme)
- yaourt dilué : pour des raisons de sécurité, le yaourt doit être dilué (100 mL d'eau + 125 g de yaourt) afin d'éviter les projections à ébullition. Le professeur fournira aux élèves le yaourt dilué bouilli dans un bécher.

- **Utilisation du pHmètre :** ne pas oublier de rincer soigneusement la sonde entre deux mesures pour éviter de fausser les mesures mais aussi la contamination des milieux par les ferments ou autres bactéries.

Atelier Science et Cuisine Fiche 13

<u>Titre</u> : Comment fait on du yaourt à partir du lait de vache ? **<u>Niveau</u> : 6ème SVT**

- **Mesure du pH avec un pHmètre au bout de 12 heures :** Le lait ensemencé avec du yaourt non bouilli devient gélatineux, et « a pris » dans le bécher.





a) Yaourt bouilli + lait (pH = 5,67)
b) Yaourt + lait - témoin (pH = 4,14)

Photographies : A. Pasco et M. Leconte

La consistance du produit obtenu sera moins ferme que celle des yaourts du commerce mais reste suffisante.
Les petits pots peuvent être chauffés sur un radiateur ou sur une plaque chauffante à l'intérieur d'une cocotte contenant un fond d'eau.
Il est également possible d'utiliser une yaourtière.

Si l'on dispose d'une yaourtière, on en suivra le mode d'emploi (si aucun mode d'emploi n'accompagne l'appareil, on effectuera un chauffage à une température comprise entre 42 et 45°C pendant environ 3 heures).

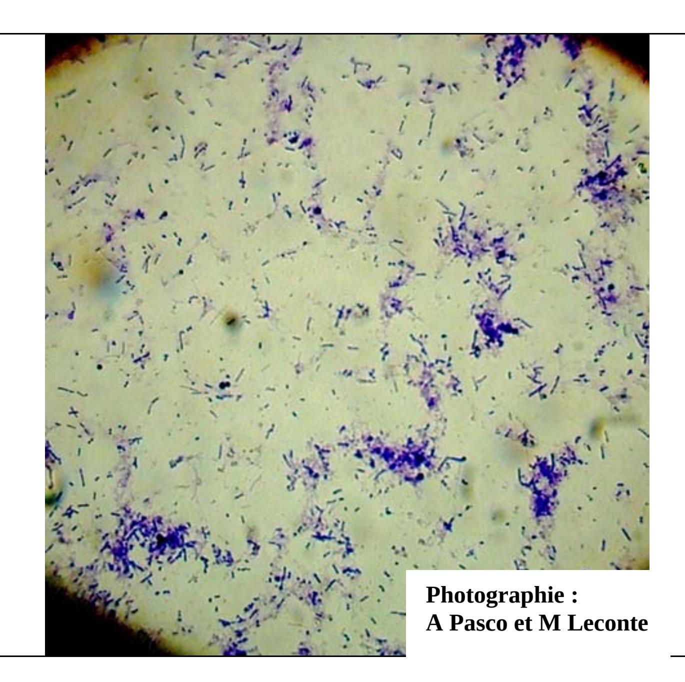
Sans yaourtière, on devra se rapprocher des conditions précédentes. On chauffera à plusieurs reprises, dans dépasser la température de 45°C ; cela nuirait aux micro-organismes indispensables à la prise des yaourts.

III. Le yaourt contient des ferments lactiques

1- Réaliser une préparation microscopique:

Matériel nécessaire :

- microscopes optiques à fort grossissement (> X400)
- lames et lamelles,
- Spatules
- bleu de méthylène
- compte-gouttes



Photographie :
A Pasco et M Leconte

Frottis de yaourt coloré au bleu de méthylène
Microscope optique,
Grossissement X 400

Les Cocci et les bacilles se distinguent assez bien à ce Grossissement

IV. Rôle des ferments lactiques dans la transformation du lait

L'aspect du yaourt bouilli : séparation de deux phases : une liquide : le « petit lait » et une grumeleuse : le « caillé »

Atelier Science et Cuisine Fiche 13

Titre : Comment fait on du yaourt à partir du lait de vache ? **Niveau : 6ème SVT**

Fiche document

- **FERMENTS LACTIQUES :**

Où se procurer des ferments lactiques (*Streptococcus thermophilus* et le *Lactobacillus bulgaricus*) :
Par exemple dans les « magasins bio » sous forme lyophilisée (à mélanger avec un peu d'eau tiède quelques minutes).
http://www.panierfermier.fr

- **VALEUR NUTRITIONNELLE D'UN YAOURT AU LAIT DEMI-ECREME** (pot de 125 g)

Apport énergétique	273 Kj
Protéines	4,7 g
Lipides	7,1 g
Glucides	2 g
Calcium	165 mg

- **PRINCIPE DE LA FABRICATION DU YAOURT :**

Dans le lait liquide, les micelles de caséine sont bien réparties dans l'eau. Elles y restent en suspension, sans tomber dans le fond, parce que leur charge négative fait qu'elles se repoussent les unes les autres, comme le font les deux pôles négatifs d'un aimant.
Cet ordre est perturbé pendant la fermentation. Les ferments lactiques produisent la fermentation du lactose du lait (ß-D-galactopyrannosyl (1→4) D-glucopyrannose) qui se transforme en acide lactique ($C_3H_6O_3$ ou acide 2-hydroxy-propanoïque) à une t° de 42 °C. Le milieu devenant acide, les micelles de caséine perdent leur charge négative. Plus encore, elles se déroulent un peu et finissent par s'entremêler en longues mèches. Les mailles de cette sorte de filet emprisonnent alors l'eau du lait, les ferments lactiques ainsi que la crème. Le lait perd son aspect liquide, il devient un "gel".
L'acidification du milieu inhibe les autres bactéries, ce qui permet la conservation du yaourt.

Le lactose est un sucre réducteur contenu dans le lait, on peut le mettre en évidence avec la liqueur de Fehling.

Atelier Science et Cuisine Fiche 13

Titre : Comment fait on du yaourt à partir du lait de vache ? **Niveau : 6ème SVT**

Date : 30 juin 2006
Source : INRA
Article : La séquence du génome du lactobacille du yaourt est dévoilée

Une équipe de l'INRA de Jouy-en-Josas, en collaboration avec le Génoscope, a séquencé et analysé le génome de l'un des deux microorganismes du yaourt : Lactobacillus bulgaricus. Après le récent séquençage du génome de Streptococcus thermophilus, l'autre bactérie spécifique du yaourt, coordonné et réalisé pour partie par le même laboratoire, les mystères du yaourt sont peu à peu levés. A terme, ce type d'étude peut avoir un impact important sur la maîtrise des procédés industriels de fermentation.

Le yaourt, produit de la fermentation du lait :
Le yaourt, si courant aujourd'hui dans notre alimentation, est connu et apprécié depuis fort longtemps : les premières références à ce produit datent de 3200 ans avant J.C. dans des écrits découverts en Irak sur des tablettes d'argile. Il est issu de la fermentation du lait par deux bactéries dites « lactiques » : Lactobacillus bulgaricus et Streptococcus thermophilus.

Sur le plan alimentaire, l'acide lactique et les autres molécules qui résultent de la fermentation font du yaourt un produit à la fois acide et onctueux, apprécié pour ses qualités gustatives et nutritionnelles, notamment pour son apport en calcium. Sur un plan microbiologique, l'acidification rend sa conservation beaucoup plus longue que celle du lait, ce qui en fait un aliment pratique pour différer la consommation de lait, une denrée très fragile.
Au début du siècle dernier, Metchnikoff émit l'hypothèse que les bactéries vivantes du yaourt exerçaient un effet bénéfique pour la santé et le yaourt était préconisé pour le traitement de certaines maladies. Ce même concept est actuellement repris sous le terme de « probiotique ». Actuellement, des lactobacilles proches de L. bulgaricus sont notamment utilisés en association avec les bactéries du yaourt, dans des produits laitiers probiotiques.

L. bulgaricus : décryptage de son ADN
Le génome de la bactérie L. bulgaricus, est constitué d'environ 1,9 millions de bases. Il présente plusieurs caractéristiques d'une évolution et d'une adaptation rapide à l'environnement laitier. La plus évidente est l'inactivation de plus de 250 gènes sur 1800.
L'inactivation de nombreux gènes a aussi été observée chez S. thermophilus. Les fonctions perdues témoignent de la spécialisation du lactobacille qui semble être passé d'un habitat végétal à un milieu laitier. Plusieurs voies de sucres d'origine végétale ont été inactivées pour favoriser l'utilisation spécifique du lactose, le sucre du lait. De même, quasiment toute la capacité de biosynthèse d'acides aminés a été perdue en faveur de l'utilisation des protéines du lait. Enfin, l'abondance d'opérons ribosomiques, éléments génétiques essentiels à la vie de la bactérie, suggère que celle-ci a connu une importante réduction de la taille de son génome.
Cette évolution contribue à différencier L. bulgaricus des lactobacilles proches : la comparaison des contenus génétiques révèle environ 2/3 de gènes communs à la famille des lactobacilles et 1/3 de gènes spécifiques à L. bulgaricus. Certains de ces gènes spécifiques pourraient jouer un rôle dans l'adaptation de la bactérie au lait.

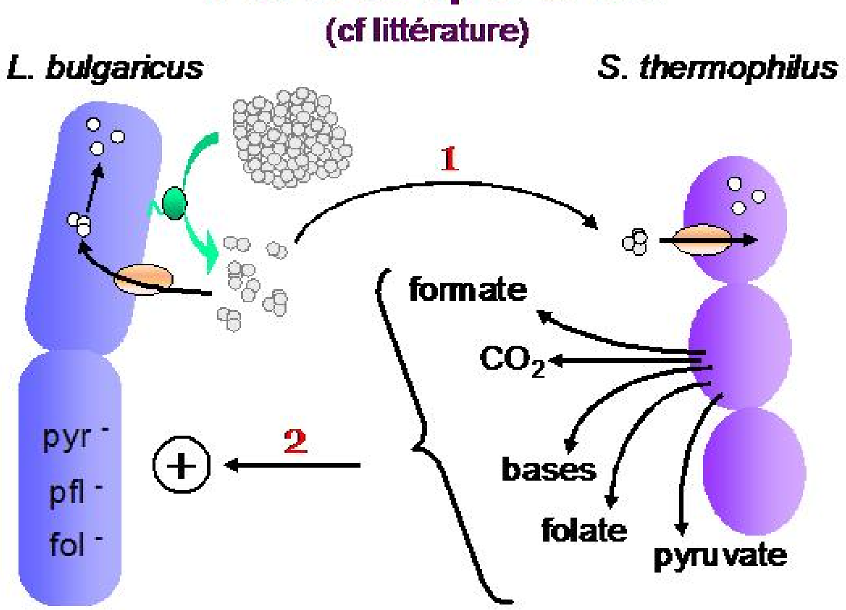
Au delà de la spécialisation vers le milieu laitier, L. bulgaricus semble aussi être adaptée à son partenaire indissociable du yaourt : S. thermophilus. Pour la synthèse de certaines molécules, les voies de biosynthèse peuvent être partagées par les deux microorganismes: des étapes inactivées chez L. bulgaricus sont prises en charge par S. thermophilus et inversement. Par exemple, pour la synthèse de folate (vitamine B), S. thermophilus pourrait intervenir pour que la molécule soit synthétisée par L. bulgaricus.

La connaissance des séquences génomiques des deux bactéries du yaourt ouvre la voie à des études visant une meilleure compréhension de la collaboration entre les deux, ainsi qu'une analyse de la dynamique des processus cellulaires pendant la fermentation.
www.science.gouv.fr

Titre : Comment fait on du yaourt à partir du lait de vache ? **Niveau : 6ème SVT**

COOPERATION ENTRE LACTOBACILLES ET STREPTOCOQUES (source INRA)

Protocooperation



1. La protéase de surface *L. bulgaricus* dégrade les caséines en peptides que *S. thermophilus* internalise et utilise comme source d'acides aminés.
2. *S. thermophilus* produit des composés qui stimulent la croissance de *L. bulgaricus* par exemple en palliant l'absence de voie de biosynthèse.